

# **ANALISIS RUGI DAYA SAAT MANUVER JARINGAN DENGAN *ETAP POWER STATION* 12.6**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I  
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**INDRA YUDHA PRATAMA  
D400150043**

**PROGRAMSTUDITEKNIK ELEKTRO  
FAKULTASTEKNIK  
UNIVERSITASMUHAMMADIYAHSURAKARTA  
2019**

## HALAMAN PERSETUJUAN

### ANALISIS RUGI DAYA SAAT MANUVER JARINGAN DENGAN ETAP POWER STATION 12.6


#### PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

INDRA YUDHA PRATAMA  
D400150043

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing

 acc 17/1-2019

Aris Budiman, S.T., M.T.  
NIK.885

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS RUGI DAYA SAAT MANUVER JARINGAN DENGAN  
ETAP POWER STATION 12.6**




Oleh:

**INDRA YUDHA PRATAMA**  
**D400150043**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari Rabu, 23 Januari 2019  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. **Aris Budiman, S.T., M.T.**  
(Ketua Dewan Penguji)
2. **Tindyo Prasetyo, S.T.**  
(Anggota I Dewan Penguji)
3. **Agus Supardi, S.T., M.T.**  
(Anggota II Dewan Penguji)

()  
()  
()

Dekan,

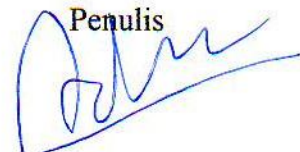
  
  
**Ir. Sri Sumarjono, M.T., Ph.D.**  
**NIK. 682**

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 14 Januari 2019

Penulis  


Indra Yudha Pratama  
D400150043

## **ANALISIS RUGI DAYA SAAT MANUVER JARINGAN DENGAN ETAP POWER STATION 12.6**

### **Abstrak**

Saat ini, listrik adalah kebutuhan primer bagi setiap manusia. Sebagian besar peralatan yang digunakan kehidupan sehari-hari selalu memerlukan listrik. PT. PLN (Persero) sebagai pihak yang menyediakan dan mendistribusikan listrik, harus selalu memenuhi kebutuhan pelanggan dan berinovasi. Sistem distribusi listrik adalah hal yang paling banyak mengalami gangguan. Pokok bahasan penelitian ini adalah untuk meneliti bagaimana kondisi rugi – rugi daya saat dilaksanakan pemeliharaan dengan ETAP Power Station 12.6. Penyulang Nguntoronadi 2 dan Wonogiri 7 akan diteliti rugi daya karena di Nguntoronadi 2 dilaksanakan pemeliharaan. Data yang diperlukan diperoleh dari PLN (Persero) Rayon Wonogiri. *Single line diagram* dibuat, lalu disimulasikan dengan *ETAP Power Station 12.6* untuk memudahkan analisisnya. Hasil simulasi yang diperoleh adalah rugi daya pada kondisi normal sebesar 1000 watt dan 872,7 kVar. Dan pada saat manuver rugi daya sebesar 600 watt dan 535,1 kVar. Selisih hasil perhitungan rugi daya pada kondisi normal dan saat manuver sebesar 40% daya aktif dan 38,68% daya reaktif. Manuver jaringan dapat dilakukan oleh Wonogiri 7. Saat manuver rugi daya menurun 40 %. Saran agar rugi daya bisa ditekan dengan prosedur untuk waktu pemeliharaan jangan lebih dari 1 hari, jika lebih dari 1 hari maka banyak alat listrik yang rusak.

**Kata Kunci:** manuver, nguntoronadi, wonogiri, rugi daya

### **Abstract**

At present, electricity is a primary need for every human being. Most of the equipment used in everyday life always requires electricity. PT. PLN (Persero) as the party that provides and distributes electricity, must always meet customer needs and innovate. The electricity distribution system is the most disturbed thing. The subject of this research is to examine the condition of power losses when carried out maintenance with ETAP Power Station 12.6. Feeders Nguntoronadi 2 and Wonogiri 7 will be examined for power losses because maintenance is carried out in Nguntoronadi 2. The required data is obtained from PLN (Persero) Wonogiri District. Single line diagram is made, then simulated with ETAP Power Station 12.6 to facilitate analysis. The simulation results obtained are power losses under normal conditions of 1000 watts and 872.7 kVar. And when the power loss maneuver is 600 watts and 535.1 kVar. The difference between the calculation of the power loss on normal conditions and when maneuvering is 40% active power and 38.68% reactive power. Network maneuvering can be done by Wonogiri 7. When the power loss maneuver decreases 40%. Suggestion that the power loss can be suppressed by the procedure for maintenance time not more than 1 day, if more than 1 day then many electrical devices are damaged.

**Keywords:** maneuver, nguntoronadi, wonogiri, power loss

## **1. PENDAHULUAN**

Kebutuhan Energi listrik saat ini bukan lagi menjadi monopoli masyarakat perkotaan, tetapi termasuk masyarakat yang tinggal di daerah terpencil. Secara umum sistem tenaga listrik terdiri dari empat komponen utama, yaitu pembangkit, transmisi, distribusi dan beban. Selanjutnya proses pengiriman daya listrik dilakukan secara bertahap dimulai dari sistem pembangkitan kemudian disalurkan ke jaringan transmisi, dan disalurkan ke beban-beban menggunakan saluran distribusi (Patras,2015).

PT. PLN (Persero) selaku Badan Usaha Milik Negara (BUMN) bergerak di bidang penyediaan listrik bagi seluruh penjuru masyarakat Indonesia harus selalu berinovasi untuk memberikan pelayanan terbaik kepada masyarakat dalam pelayanan yang terus-menerus dan merata dengan mutu serta tingkat keandalan yang memadai, jumlah yang cukup untuk keperluan masyarakat dengan harga yang terjangkau untuk mendorong pertumbuhan ekonomi nasional, dan meningkatkan taraf hidup masyarakat. Perkembangan berbagai sektor kehidupan membawa pengaruh terhadap pertumbuhan jumlah beban. Pertumbuhan jumlah beban yang pesat harus diikuti dengan keandalan pasokan dan mutu pelayanan listrik yang baik termasuk mengurangi frekuensi pemadaman dan menjaga mutu tegangan sistem (Adikinasih, 2018).

Manuver atau memanipulasi jaringan distribusi merupakan serangkaian kegiatan membuat modifikasi terhadap operasi normal dari jaringan akibat dari adanya gangguan atau pekerjaan jaringan yang membutuhkan pemadaman tenaga listrik, sehingga dapat mengurangi daerah pemadaman dan agar tetap tercapai kondisi penyaluran tenaga listrik yang semaksimal mungkin (Ibrahim, 2013).

Rugi daya listrik adalah berkurangnya pasokan daya yang dikirimkan oleh sumber pasokan (PLN) kepada yang diterima dalam hal ini konsumen, artinya daya yang hilang akibat susut daya merupakan daya yang dibangkitkan namun tidak terjual. Dalam hal ini pihak penyedia daya listrik (PLN), menderita kerugian akibat membangkitkan daya dengan biaya yang cukup besar tetapi tidak mendapatkan keuntungan finansial dari hasil penjualan daya tersebut.

Rugi daya yang kemungkinan terjadi saat manuver akan dianalisa bagaimana manuver jaringan sistem distribusi, apakah saat di manuver membaik atau memburuk. Penelitian ini diharapkan bisa memberikan manfaat dalam perbaikan kualitas distribusi listrik dan menjaga kualitas listrik yang didistribusikan.

ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*) adalah suatu program yang terintegrasi yang mendesain untuk menyelesaikan permasalahan *Analysis Harmonic, Analysis Transient Stability, Analysis Load Flow* (Aliran Daya), *Short-Circuit* (ANSI and IEC), *Optimal Power Flow, Ground Grid Systems*, Manuver Jaringan Sistem Transmisi dan Distribusi, Mengurangi *Losses* pada sistem Transmisi dan Distribusi, Pemasangan Kapasitor pada sistem Transmisi dan Distribusi. Program ini pertama kali dikembangkan oleh Brown, K, Shokoo, F, Abcede, H, dan Donner, G, pada Oper. Technology. Inc, Irvine, CA. USA, 1990 pada paper “*Interactive Simulation of Power System: ETAP Application and Techniques*”. Program ETAP kemudian digunakan untuk studi analisis stabilitas transient dalam sistem tenaga listrik oleh Ramasudha, K; Prakash, V V S, 2003 pada paper “*Power System Simulation Using Electrical Transient Analysis Program (ETAP)*”.

## **2. METODE**

### **2.1 Studi Literatur**

Proses pengumpulan referensi dari buku-buku, penelitian yang sudah ada sebelumnya, serta jurnal-jurnal yang mendukung teori untuk menyelesaikan penelitian “Analisis rugi daya saat manuver dengan *ETAP Power Station 12.6*”.

### **2.2 Pengumpulan Data**

Proses mengumpulkan data-data yang mendukung penyelesaian penelitian, meliputi data yang diperoleh dari lapangan, maupun data yang diperoleh dari literatur. Data yang diperoleh dari lapangan meliputi arus di ABSw utama, Recloser dan ABSw *tapping, single line diagram*, jenis penghantar, panjang saluran dan nilai hambatan penghantar.

### **2.3 Wawancara**

Untuk mendapatkan data yang diperlukan dengan melakukan wawancara langsung dengan narasumber dalam hal ini karyawan perusahaan yang memberikan penjelasan dan data yang berhubungan dengan objek penulisan dalam laporan ini.

### **2.4 Simulasi *Software* ETAP 12.6.0**

Proses pengolahan data dengan simulasi *Software* ETAP 12.6.0 dimulai dengan menggambar *single line diagram* dengan detail parameternya, mensimulasikan *load flow analysis*, dan menganalisa hasilnya. Simulasi *software* ini dilakukan untuk data sebelum manuver dan saat manuver.

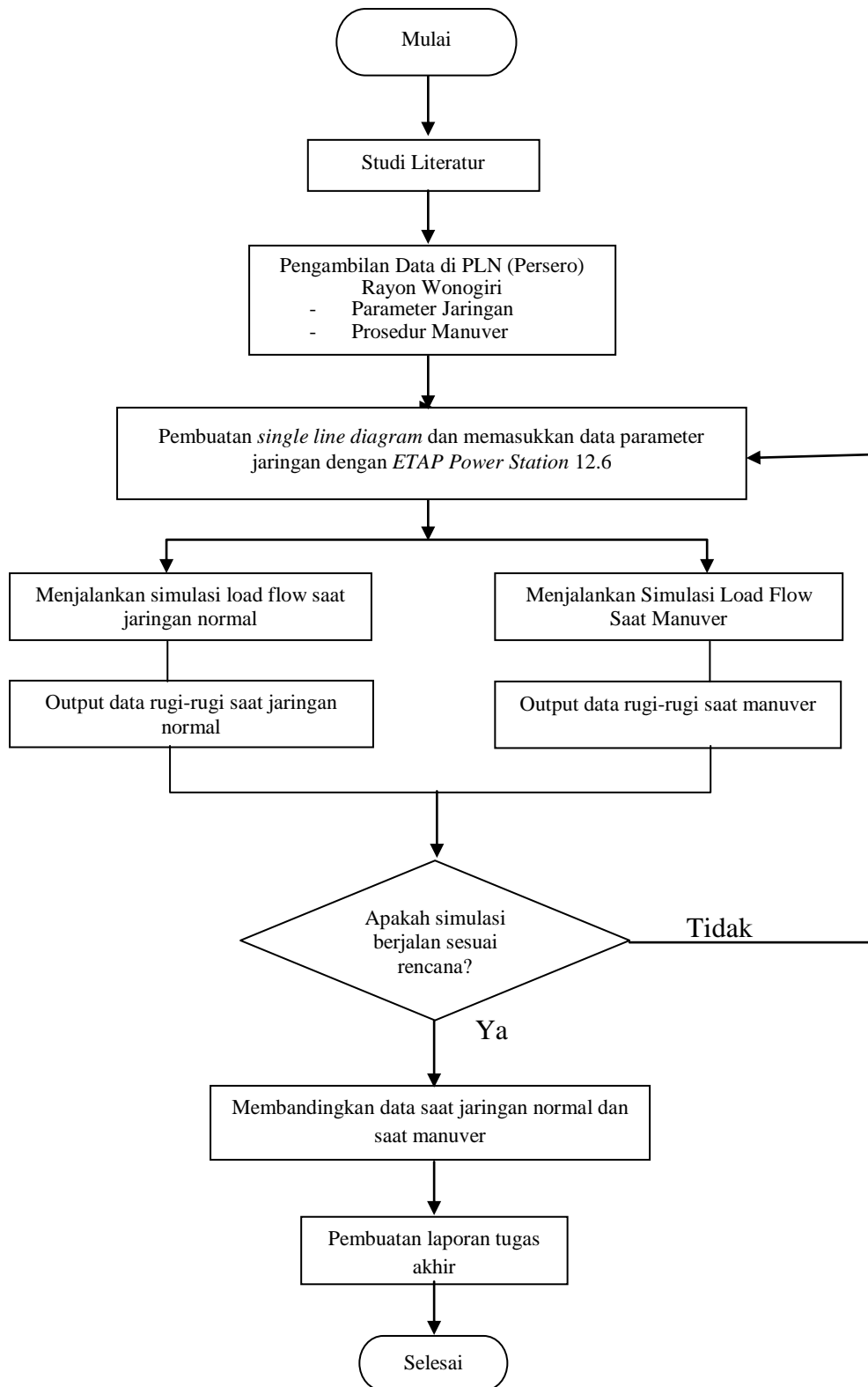
### **2.5 Analisa Hasil**

Bertujuan untuk mengamati hasil simulasi apakah sistem itu berjalan atau tidak.

### **2.6 Peralatan untuk Penelitian**

Peralatan yang digunakan antara lain: (1) PC (*Personal Computer*)/Laptop, (2) *Software ETAP Power Station* 12.6 yang diinstall pada PC/Laptop untuk menganalisa hasil rugi daya pada penyulang Nguntoronadi 2 dan Wonogiri 7.





Gambar 1. Flowchart penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Parameter komponen wonogiri 7 di software ETAP 12.6

NO	GARDU INDUK	FEEDER	TITIK UKUR		PENGUKURAN BEBAN (A)			BEBAN RATA- RATA (A)	KET
			NO TIANG	JARAK DARI GI (KM)	R-0	S-0	T-0		
1	WONO- GIRI	WNI-07	WN7-3	0.2	78.5	76.0	85.0	79,8	ABSW UTAMA
2	WONO- GIRI	WNI-07	WG1- 189/4	4.9	71.5	72.0	78.0	73,8	RECLOSER
3	WONO- GIRI	WNI-07	WG4- 38/68/A	5.1	3.9	3.1	6.2	4,4	ABSW

Tabel 2. Parameter komponen nguntoronadi 2 di software ETAP 12.6

NO	GARDU INDUK	FEEDER	TITIK UKUR		PENGUKURAN BEBAN (A)			BEBAN RATA- RATA (A)	KET
			NO TIANG	JARAK DARI GI (KM)	R-0	S-0	T-0		
1	NGUNTO- RONADI	NTI-02	NTI 2-2	0.4	33.0	22.0	53.0	36	ABSW UTAMA
2	NGUNTO- RONADI	NTI-02	WG1- 5/40	5.1	26.0	17.0	41.0	28	RE- CLOSER
3	NGUNTO- RONADI	NTI-02	WG1- 119/4	5.3	21.4	9.3	7.3	12,6	ABSW

Penghantar yang digunakan adalah AAAC 1x240 dengan nilai impeansi urutan positif  $0,1344 + j0,3158$  dan impedansi urutan negatif  $0,2824 + j1,6034$ .

Menurut prosedur manuver, yaitu prosedur tentang mengubah posisi jaringan dari kondisi tidak beroperasi atau keluar dari sistem ke kondisi operasi atau sebaliknya. Prosedur manuver dapat mempunyai dua pengertian yaitu: (1) Urutan pengoperasian dan pembebasan peralatan di jaringan, yaitu: (a) Urutan pengoperasian: dari sumber ke beban, dan (b) Urutan pembebasan: dari beban ke sumber; (2) Urutan buka/tutup PMT dan PMS, yaitu: (a) Pengoperasian: PMS

masuk dilanjutkan PMT masuk, dan (b) Pembebasan: PMT buka dilanjutkan PMS membuka.

Penelitian ini hendak menguji satu prosedur manuver jaringan pada penyulang Nguntoronadi 2 khususnya terkait dengan pengaruhnya terhadap rugi daya, apakah ruginya bertambah atau berkurang. Hasil simulasi menunjukkan daerah yang mengalami pemeliharaan diantisipasi dengan manuver jaringan dari penyulang lain.

### 3.1 Kondisi Normal Sebelum Dilaksanakan Pemeliharaan di Nguntoronadi 2

Tabel 3. Rugi-rugi daya

Branch Losses Summary Report

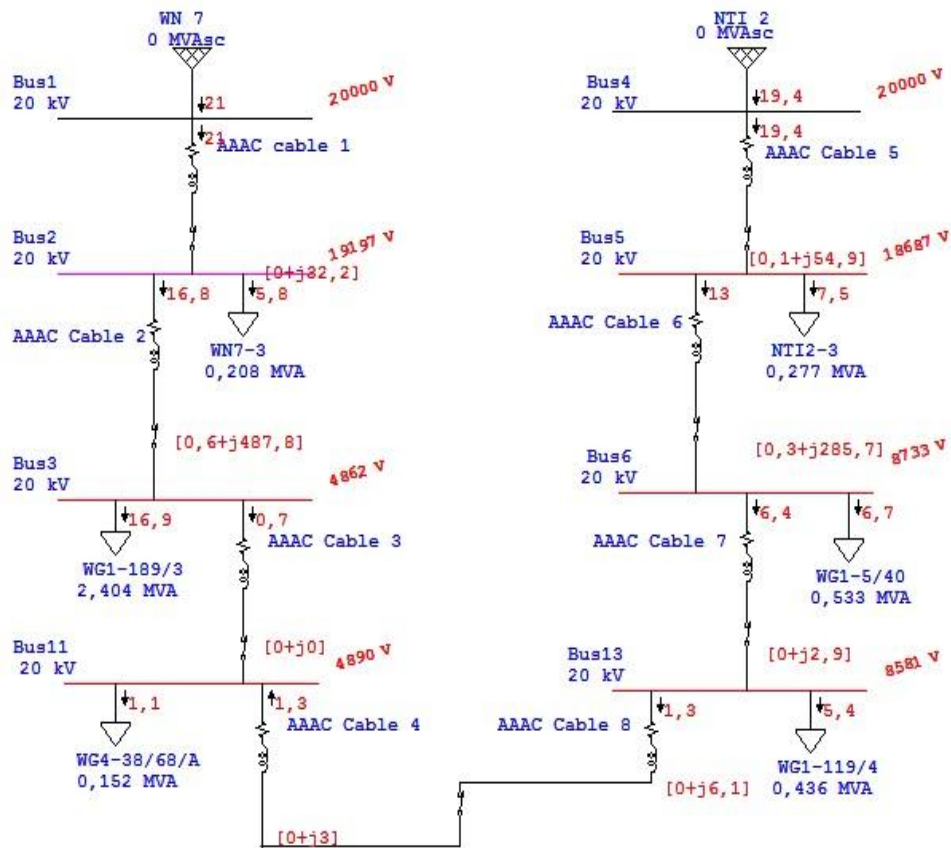
CKT / Branch ID	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		Vd % Drop in Vmag
	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	From	To	
AAAC Cable 1	0.303	0.660	-0.303	-0.628	0.0	32.2	100.0	96.0	4.01
AAAC Cable 2	0.131	0.544	-0.130	-0.056	0.6	487.8	96.0	24.3	71.67
AAAC Cable 3	0.002	-0.005	-0.002	0.005	0.0	0.0	24.3	24.5	0.14
AAAC Cable 5	0.388	0.547	-0.388	-0.492	0.1	54.9	100.0	93.4	6.56
AAAC Cable 6	0.170	0.387	-0.170	-0.101	0.3	285.7	93.4	43.7	49.77
AAAC Cable 7	0.078	0.057	-0.078	-0.054	0.0	2.9	43.7	42.9	0.76
AAAC Cable 4	-0.006	-0.009	0.006	0.012	0.0	3.0	24.5	28.9	5.87
AAAC Cable 8	0.006	0.019	-0.006	-0.012	0.0	6.1	42.9	28.9	12.59
					1.0	872.7			

### LOAD FLOW REPORT

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow				
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF
* Bus1	20.000	100.000	0.0	0.303	0.660	0	0	Bus2	0.303	0.660	21.0	41.7
Bus2	20.000	95.986	-1.1	0	0	0.172	0.084	Bus1	-0.303	-0.628	21.0	43.5
								Bus3	0.131	0.544	16.8	23.3
Bus3	20.000	24.314	-54.1	0	0	0.128	0.062	Bus2	-0.130	-0.056	16.8	91.7
								Bus11	0.002	-0.005	0.7	-38.0
* Bus4	20.000	100.000	0.0	0.388	0.547	0	0	Bus5	0.388	0.547	19.4	57.8
Bus5	20.000	93.437	-2.9	0	0	0.218	0.105	Bus4	-0.388	-0.492	19.4	61.9
								Bus6	0.170	0.387	13.0	40.3
Bus6	20.000	43.667	-38.4	0	0	0.091	0.044	Bus5	-0.170	-0.101	13.0	86.0
								Bus13	0.078	0.057	6.4	81.0
Bus11	20.000	24.450	-54.3	0	0	0.008	0.004	Bus3	-0.002	0.005	0.7	-37.8
								Bus19	-0.006	-0.009	1.3	53.0
Bus13	20.000	42.908	-39.9	0	0	0.072	0.035	Bus6	-0.078	-0.054	6.4	82.5
								Bus19	0.006	0.019	1.3	30.3
Bus19	21.000	28.877	-47.6	0	0	0	0	Bus11	0.006	0.012	1.3	42.8
								Bus13	-0.006	-0.012	1.3	42.9

Tabel 3 menunjukkan hasil simulasi aliran beban yang ditampilkan pada *single line diagram* penyulang Nguntoronadi 2 dan Wonogiri 7 untuk mengetahui *rugi daya*.

Manuver jaringan dilakukan dengan memberikan suplai arus/beban dari penyulang lain. Hal ini bisa dilakukan di daerah yang terdapat PMT. Ada beberapa penyulang yang dapat menyuplai arus menuju Nguntoronadi 2, yaitu Wonogiri 7. Terdapat beberapa pmt yang berhubungan dengan Nguntoronadi 2 antara lain ABSw pada tiang WG 4-38/3/A, LBS pada tiang WG 4-38/68/A, ABSw pada tiang WG 1-119/4.



Gambar 2. Hasil simulasi sebelum manuver melalui *ETAP Power Station 12.6*

### 3.2 Kondisi Saat Manuver Jaringan

#### 3.2.1 Nguntoronadi 2 Terhubung dengan Wonogiri 7

Manuver jaringan dilakukan dengan pengoperasian manual ABSw pada tiang WG 1-119/4 menjadi *open* dan Recloser pada tiang WG 1-5/40 menjadi *open*. Hasilnya, terdapat selisih rugi daya saat kondisi normal dan saat manuver.

Tabel 4 Rugi-rugi daya

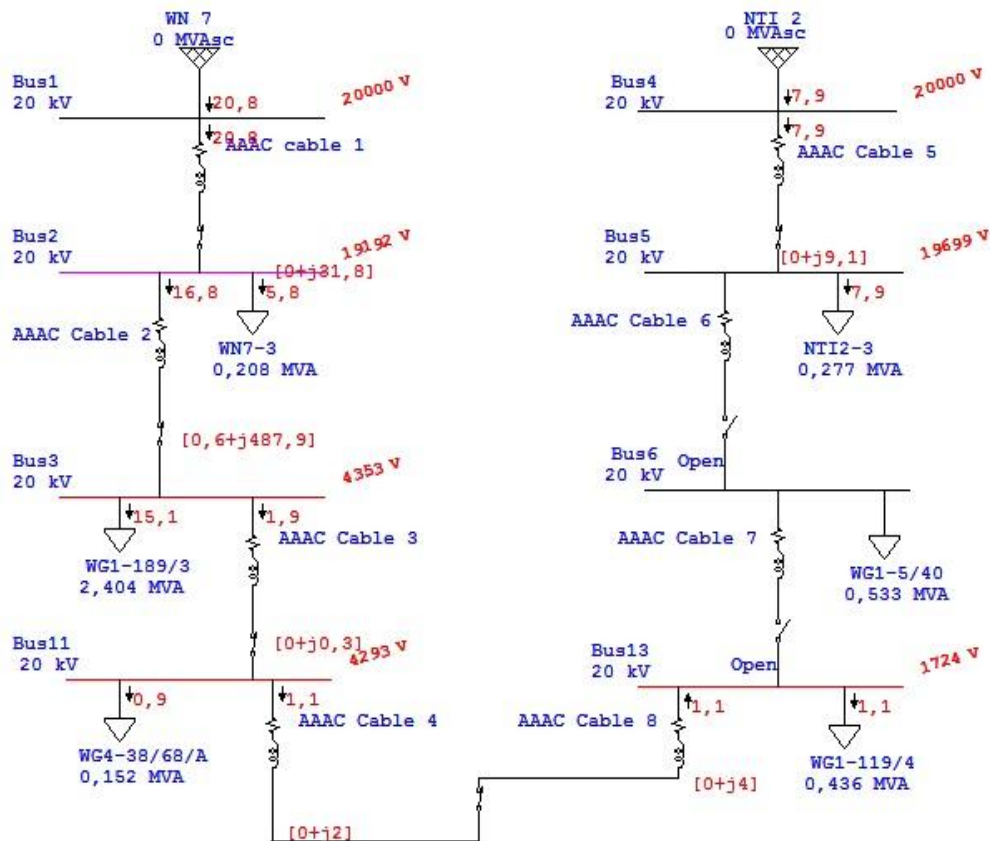
Branch Losses Summary Report

CKT / Branch ID	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		Vd % Drop in Vmag
	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	From	To	
AAAC Cable 1	0.285	0.664	-0.285	-0.632	0.0	31.8	100.0	96.0	4.04
AAAC Cable 2	0.112	0.548	-0.112	-0.060	0.6	487.9	96.0	21.8	74.20
AAAC Cable 3	0.009	0.011	-0.009	-0.010	0.0	0.3	21.8	21.5	0.30
AAAC Cable 5	0.242	0.126	-0.242	-0.117	0.0	9.1	100.0	98.5	1.50
AAAC Cable 4	0.003	0.007	-0.003	-0.005	0.0	2.0	21.5	15.8	4.91
AAAC Cable 8	-0.003	-0.001	0.003	0.005	0.0	4.0	8.6	15.8	7.94
					0.6	535.1			

LOAD FLOW REPORT

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow				
ID	kV	% Mag	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF
* Bus1	20.000	100.000	0.0	0.285	0.664	0	0	Bus2	0.285	0.664	20.8	39.4
Bus2	20.000	95.962	-1.0	0	0	0.172	0.083	Bus1	-0.285	-0.632	20.8	41.1
								Bus3	0.112	0.548	16.8	20.1
Bus3	20.000	21.766	-51.1	0	0	0.103	0.050	Bus2	-0.112	-0.060	16.8	88.0
								Bus11	0.009	0.011	1.9	65.3
* Bus4	20.000	100.000	0.0	0.242	0.126	0	0	Bus5	0.242	0.126	7.9	88.7
Bus5	20.000	98.499	-1.7	0	0	0.242	0.117	Bus4	-0.242	-0.117	7.9	90.0
Bus11	20.000	21.468	-51.8	0	0	0.006	0.003	Bus3	-0.009	-0.010	1.9	66.2
								Bus19	0.003	0.007	1.1	36.6
Bus13	20.000	8.621	-94.6	0	0	0.003	0.001	Bus19	-0.003	-0.001	1.1	89.9
Bus19	21.000	15.773	-58.6	0	0	0	0	Bus11	-0.003	-0.005	1.1	47.4
								Bus13	0.003	0.005	1.1	46.9

Tabel 4 menunjukkan hasil simulasi aliran beban yang ditampilkan pada *single line diagram* penyulang Nguntoronadi 2 saat manuver dan di suplai oleh Wonogiri 7.



Gambar 3. Saat manuver jaringan oleh WG 1-119/4 & WG 1-5/40

### 3.3 Perbandingan Hasil Rugi Daya dengan Simulasi *Software* ETAP 12.6.0

Tabel 5. Perbandingan rugi daya sebelum manuver dan saat manuver dengan simulasi *software* ETAP 12.6

Manuver Jaringan	P LOSSES	
	Watt	kVar
Sebelum	1000	872,7
Saat Manuver	600	535,1
Selisih	400 (40%)	337,6 (38,68%)

Pada kondisi normal hasil simulasi ETAP diperoleh rugi daya sebesar 1000 watt dan 872,7 kVar. Pada saat manuver hasil simulasi ETAP diperoleh rugi daya sebesar 600 watt dan 535,1 kVar. Selisih pada kondisi normal dan saat manuver sebesar 400 watt dan 337,6 kVar. Dari data tersebut, secara rugi daya prosedur

manuver di atas sudah cukup baik, karena rugi daya tidak bertambah tetapi malah sedikit menurun.

## **4. PENUTUP**

### **4.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisa simulasi ETAP dapat disimpulkan bahwa rugi daya aktif saat manuver menurun 40% dan daya reaktif 38,68%. Dari data tersebut, secara rugi daya prosedur manuver di atas sudah cukup baik untuk dilaksanakan dan belum perlu untuk dilaksanakan perbaikan.

### **4.2 Saran**

- a. Dari hasil riset di lapangan sangat dibutuhkan sifat kooperatif dari pihak yang berkaitan yaitu pegawai PT.PLN (Persero) Rayon Wonogiri dalam memberikan arahan dan data real di lapangan.
- b. Diharapkan analisis pelaksanaan manuver dengan bantuan program komputer khususnya ETAP mendapatkan hasil yang terbaik. Dan menjadi program ETAP lebih familiar untuk menganalisa kasus dalam sistem tenaga listrik.
- c. Sebelum pelaksanaan manuver benar-benar terjadi baik karena gangguan maupun pemeliharaan, ada baiknya sistem didemokan terlebih dahulu melalui simulasi komputer.



## **PERSANTUNAN**

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.*

*Bismillahirrahmanirrahim.*

*Alhamdulillah*, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai syarat mencapai derajat Sarjana-1 Teknik Elektro di Universitas Muhammadiyah Surakarta. Shalawat serta salam kepada Nabi Besar Muhammad SAW beserta seluruh keluarga dan para sahabatnya yang telah membawa kita kejalan yang benar yakni agama Islam.

Laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan karena banyak pihak yang berkontribusi memberikan bantuan. Dukungan doa, motivasi dan semangat di berikan oleh orang-orang terdekat, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

- a. Bp Aris Budiman, ST, MT yang sabar memberikan bimbingan hingga terselesaikannya penelitian ini.
- b. Ibu dan Alm. Ayah tercinta yang telah membesarkan, mendidik, memberikan dukungan baik moril maupun materil, serta doa yang tiada henti – hentinya.
- c. Adik yang selalu memberikan semangat dan motivasi penuh serta doanya.
- d. PT PLN (Persero) Rayon Wonogiri yang telah menerima dan membantu atas data-data yang telah diberikan.
- e. Teman-teman dan saudara yang telah membantu dan terus memberikan motivasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adikinasih, Dani Restu. 2018. Analisis Drop Tegangan Dan Manuver Jaringan Pada Penyulang Bawen 2 Dengan ETAP Power Station 12.6. *Tugas Akhir*. Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Carter-Brown, C.G. and C.T. Gaunt. 2006. Model for the Apportionment of the Total Voltage Drop in Combined Medium and Low Voltage Distribution Feeders. *Journal of South African Institute of Electrical Engineers*, Vol. 97(1)
- Farahani, Vahid, dkk. 2013. Energy Loss Reduction by Conductor Replacement and Capacitor Placement in Distribution Systems. *IEEE Transactions on Power Systems*. Vol. 28, No. 3.
- Hariyadi, Shahlan. 2017. Analisis Rugi-Rugi Daya dan Jatuh Tegangan pada Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150 KV pada Gardu Induk Palur – Masaran. *Tugas Akhir*. Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ibrahim, S. 2013. Manuver Jaringan Distribusi. Tersedia: <http://elektro-unimal.blogspot.co.id/2013/06/manuver-jaringan-distribusi.html>
- Pande, Sarang and J. G. Ghodekar. 2012. Computation of Technical Power Loss of Feeders and Transformers in Distribution System Using Load Factor and Load Loss Factor. *International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering*, Vol. 3. No. 6.
- Saini, Jatin Singh, M.P.Sharma and S.N.Singh. 2014. Voltage Profile Improvement of Rural Distribution Network by Conductor Replacement. *International Electrical Engineering Journal (IEEJ)*, Vol. 5
- Sinurat, Pardamean, Mahrizal Masri dan Hermansyah Alam. 2017. Analisa Karakteristik Sistem Tenaga Listrik Saat Manuver dengan Simulasi *Electrical Transient Analysis Program (ETAP)*. *Jurnal Teknik Elektro*, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Medan.
- Thakur, Ritula and Puneet Chawla. 2015. Calculative Analysis of 11KV Urban Distribution Feeder. *International Journal on Recent Technologies in Mechanical and Electrical Engineering (IJRMEE)*.